

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-69055

(P2003-69055A)

(43) 公開日 平成15年3月7日 (2003.3.7)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

テ-マ-ト*(参考)

H 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-234817(P2001-234817)

(22) 出願日 平成13年8月2日 (2001.8.2)

(31) 優先権主張番号 特願2001-177995(P2001-177995)

(32) 優先日 平成13年6月13日 (2001.6.13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 涌田 順三

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 日置 正臣

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

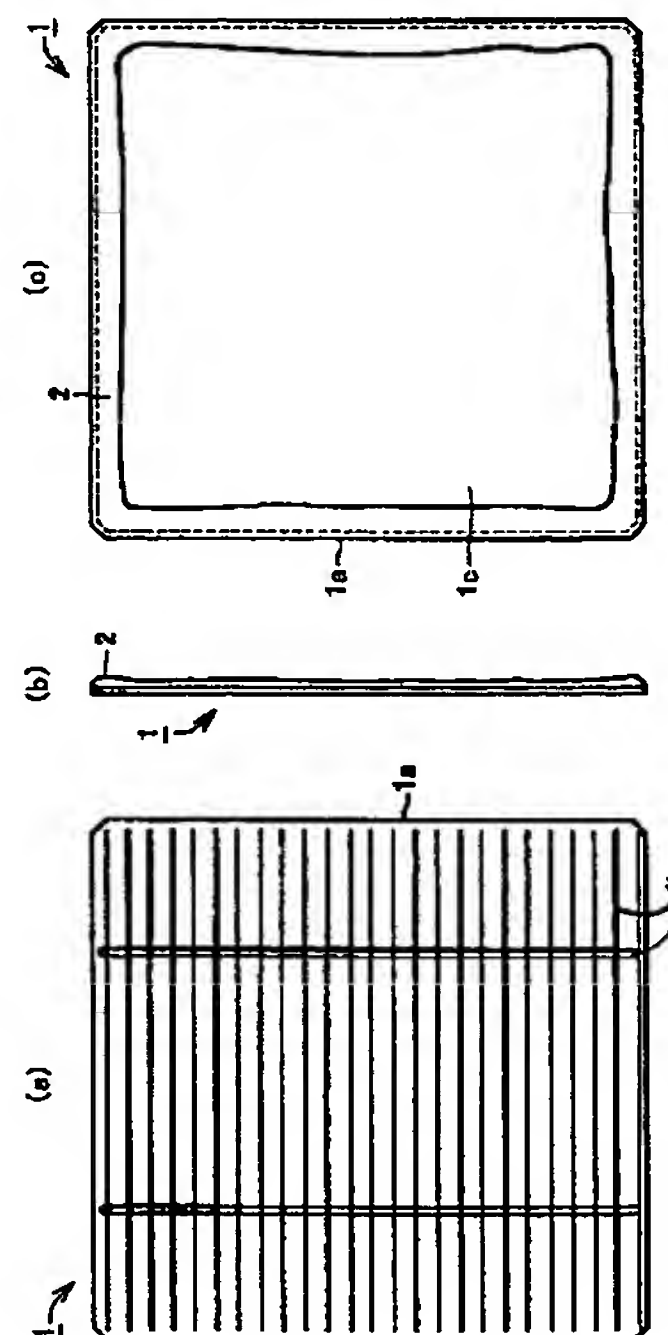
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池セルとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 太陽電池セルに用いられる半導体基板を薄くしても太陽電池セルおよびモジュールの製造工程におけるセル割れを削減することによって製造コストを下げ得る太陽電池セルおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明による太陽電池セル1は、その裏面、表面または側面の少なくともいずれかの少なくとも部分的領域に補強材2と緩衝材の少なくともいずれかが付与されていることを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 太陽電池セルであって、その裏面、表面および側面の少なくともいずれかの少なくとも部分的領域に補強材と緩衝材の少なくともいずれかが付与されていることを特徴とする太陽電池セル。

【請求項2】 一辺が10cm以上の概略的に矩形の主面を有しかつ350 μ m未満の薄い厚さを有する半導体基板に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池セル。

【請求項3】 前記補強材と前記緩衝材のいずれかは、10 ガラス、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、EVA樹脂、シリコーン樹脂、焼成銀、ガラス繊維、カーボン繊維、金属板、セラミック板、および樹脂板の少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の太陽電池セル。

【請求項4】 前記補強材は前記セルに含まれる亀裂、傷、または欠けの少なくともいずれか内に注入された後に硬化させられたものであることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項5】 前記セルの裏面に導電性の前記補強材が20 付与されており、その補強材上には隣接するセル間のインターコネクタが接続され得ることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項6】 前記セルの表面側に付与されている前記補強材は透光性であることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項7】 太陽電池モジュールの組立工程においてそれに含まれる前記セルの位置決めやハンドリングで治具と接触する部分に補強材または緩衝材が付与されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項8】 前記セルの使用環境の温度変化において前記補強材と前記半導体基板との熱膨張係数が異なることにより発生するストレスを緩和できるように前記補強材がバターニングされていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項9】 前記セルのはんだディップ工程におけるはんだ温度でも変質しない材料が前記補強材に用いられていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項10】 粉末ガラスを溶剤に溶かした溶液を塗布し、その溶剤を揮発させた後に焼成されたガラス材が前記補強材として用いられていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項11】 請求項10に記載の太陽電池セルの製造方法であって、前記補強材としてのガラス材を焼成する工程と前記セルの裏面アルミ電極を焼成する工程とが同時に行われることを特徴とする太陽電池セルの製造方法。

【請求項12】 前記セルの裏面に付与された補強材と50

同等の熱膨張係数を有する透明の補強材がそのセルの表面に付与されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項13】 前記補強材に含まれる板がはんだまたは溶接にによって前記セルに接合されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項14】 前記補強材はアルミ板とメッシュ状アルミ板のいずれかを含み、前記アルミ板は印刷アルミペーストを用いて焼成工程によって前記セルの裏面側に接合されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項15】 太陽電池セルであって、その裏面周辺の少なくとも一部に焼成銀から成る補強材が付与されていることを特徴とする太陽電池セル。

【請求項16】 太陽電池セルの表面における集電電極および裏面における接続用電極も焼成銀で形成されていることを特徴とする請求項15に記載の太陽電池セル。

【請求項17】 太陽電池セルの裏面においてその周縁部を残して集電電極が形成されており、その集電電極の周縁部上に前記焼成銀の補強材が形成されていることを特徴とする請求項15または16に記載の太陽電池セル。

【請求項18】 前記補強材は前記セルの裏面の周縁部上にも伸びて形成されていることを特徴とする請求項17に記載の太陽電池セル。

【請求項19】 前記補強材は前記セルがインターコネクタで接続される方向と交差する2辺近傍に沿って形成されていることを特徴とする請求項15または16に記載の太陽電池セル。

【請求項20】 前記補強材の幅が4mm以内であることを特徴とする請求項15から19のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項21】 前記補強材は前記セルの周辺端縁から0.5mm以上離れて形成されていることを特徴とする請求項15から20のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項22】 インターコネクタは前記裏面の接続用電極と前記補強材との両方に接続されることを特徴とする請求項16に記載の太陽電池セル。

【請求項23】 前記補強材は前記インターコネクタが接続される領域においてその幅が拡大されていることを特徴とする請求項22に記載の太陽電池セル。

【請求項24】 前記補強材は前記セルの裏面の全周に沿って連続してはならず、少なくとも一つの中断部が設けられていることを特徴とする請求項15から23項のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項25】 前記セルの一側辺の両端部において前記補強材の前記中断部が設けられていることを特徴とする請求項24に記載の太陽電池セル。

【請求項26】 前記補強材の前記中断部は前記セルの一側辺に対して斜めに形成されていることを特徴とする請求項24または25に記載の太陽電池セル。

【請求項27】 前記補強材がくし歯状のパターンを含んでいることを特徴とする請求項15から22のいずれかの項に記載の太陽電池セル。

【請求項28】 請求項16に記載の太陽電池セルを製造する方法であって、前記補強材と前記裏面の接続用電極とが同時に形成されることを特徴とする太陽電池セルの製造方法。

【請求項29】 請求項16に記載の太陽電池セルを製造する方法であって、実質的に矩形の前記セルの表面の前記集電電極、その裏面の前記接続用電極、および前記補強材をはんだ層で被覆するためのはんだディップの際に、前記矩形のセルを概略その対角線に沿った方向に引き上げることとを特徴とする太陽電池セルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体基板に形成される太陽電池セルとその製造方法に関し、特に、薄くて割れ易い半導体基板に形成される太陽電池セルとその製造方法の改善に関するものである。

【0002】

【従来の技術】太陽電池セル用の半導体シリコン基板は、内周刃スライサ、外周刃スライサまたはワイヤーソーなどを用いて、単結晶または多結晶の半導体インゴットから300～350 μ m程度の厚さに切出される。太陽電池セルの製造においては、光電変換を生じさせるpn接合をシリコン基板内に形成し、その基板内への光の入射を増大させる反射防止膜や光電変換電流を効率良く取出すための電極などが形成される。

【0003】図25においては従来の太陽電池セルの一例が示されており、(a)はそのセルの受光面である表面、(b)はセルの裏面、そして(c)は(a)中の線25X-25Xに沿った断面を表している。このような従来の太陽電池セル1の作製に際しては、まずアルカリエッチングによって、シリコンウエハ1aのスライス時に導入されたダメージ層を除去する。次に、シリコン基板1aの表面にn型の不純物を塗布し、熱拡散によってpn接合を受光面側近くに形成する。基板1aの受光面側にはプラズマCVDによって反射防止膜(図示せず)が形成され、裏面上にはアルミペーストをスクリーン法で印刷して焼成することによって裏面集電電極1cが形成される。また、銀ペーストをスクリーン法で印刷して焼成する方法によって、基板1aの受光面側にくし状の集電電極1bを形成するとともに、裏面上に接続用電極1dが形成される。そして、はんだディップを行うことによって、焼成銀からなる電極1b、1dの表面がはんだ層1eで被覆される。

【0004】さらに、導電性の金属帯からなるインター

コネクタを太陽電池セル間に接続し、数十枚の太陽電池セルを含む太陽電池モジュールが製造される。太陽電池モジュールにおいては、アレイ状に配列された数十枚の太陽電池セルの表側にガラス板が透明樹脂で接合されていて、その裏側には絶縁フィルムや防湿フィルムなどが付与されており、太陽電池セル回路の両端から外部に電流を取り出すための端子が引出されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような太陽電池モジュールのコスト低減を図るには、そのコストの大きい部分を占める半導体シリコン基板を薄くして、高価なシリコン材料の使用量を削減する必要がある。しかし、シリコン基板を薄くすれば、太陽電池セルおよびモジュールの製造工程中で太陽電池セルの割れが多くなって生産歩留が低下し、必ずしもコスト低減に繋がらない。また、太陽電池セルを薄くすれば、完成品の太陽電池モジュールの使用中に受ける温度サイクルなどによって太陽電池セルの割れが発生しやすくなり、そのモジュールの品質や信頼性の低下が懸念される。したがって、従来の量産太陽電池セルのシリコン基板は300～350 μ m程度の厚さが一般的である。

【0006】すなわち、シリコンインゴットから切り出されるシリコンウエハを薄くすれば、シリコン基板、太陽電池セル、さらには太陽電池モジュールの製造工程中で、そのシリコン基板のエッジ部において目に見えない小さな亀裂、傷、欠けなどが生じやすくなり、それらの欠陥を起点に大きなひびや割れに発展する確率が大きくなる。製造工程中のシリコン基板の割れは、基板材料の損失、割れた基板の取替え、割れた破片を製造装置から取り除くための追加的作業の必要性などを生じさせ、太陽電池セルやモジュールのコストを上昇させる原因となる。特に、太陽電池モジュールの製造中に太陽電池セル基板(ウエハ)が割れた場合、そのモジュール全体が不良品となり、損失が大きくなる。また、完成直後の太陽電池モジュールに異常がなくても、太陽電池セル基板が薄ければ、そのモジュール使用中の温度サイクルなどによってセルに割れが発生しやすくなる懸念がある。

【0007】以上のような従来技術における課題に鑑み、本発明は、太陽電池セルに用いられる半導体基板を薄くしても太陽電池セルおよびモジュールの製造工程におけるセル割れを低減することによって、信頼性を低下させることなく製造コストを下げ得る太陽電池セルおよびその製造方法を提供することを目的としている。そして、本発明によって提供される太陽電池セルを用いて製造される最終製品の太陽電池モジュールも、その品質や信頼性を低下させることなく製造コストが改善されることになる。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による太陽電池セルは、その裏面、表面または側面の少なくともいずれか

の少なくとも部分的領域に補強材と緩衝材の少なくともいずれかが付与されていることを特徴としている。

【0009】そのような補強材または緩衝材は、特に、一辺が10cm以上の概略的に矩形の主面を有しかつ350 μ m未満の薄い厚さを有する半導体基板を用いて形成される太陽電池セルにおいて付与されることが望まれる。

【0010】補強材または緩衝材としては、ガラス、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、EVA樹脂、シリコン樹脂、焼成銀、ガラス繊維、カーボン繊維、金属板、セラミック板、および樹脂板の少なくともいずれかを含み得る。

【0011】補強材は太陽電池セルに含まれる亀裂、傷、または欠けの少なくともいずれか内に注入された後に硬化させられたものであり得る。

【0012】太陽電池セルの裏面に導電性の補強材を付与することができ、その補強材上には隣接するセル間のインターコネクタが接続され得る。太陽電池セルの表面側には、透光性の補強材が付与され得る。

【0013】太陽電池モジュールの組立工程において、そのモジュールに含まれる太陽電池セルの位置決めやハンドリングで治具と接触する部分に補強材または緩衝材が付与され得る。

【0014】太陽電池セルの使用環境の温度変化において補強材と半導体基板との熱膨張係数が異なることにより発生するストレスを緩和できるように、補強材がパターンニングされてもよい。

【0015】太陽電池セルのはんだディップ工程におけるはんだ温度でも変質しない材料が、補強材として用いられ得る。

【0016】粉末ガラスを溶剤に溶かした溶液を塗布し、その溶剤を揮発させた後に焼成されたガラス材も、補強材として用いられ得る。ガラス材の補強材を含む太陽電池セルの製造方法においては、その補強材としてのガラス材を焼成する工程とそのセルの裏面アルミ電極を焼成する工程とが同時に行われ得る。

【0017】太陽電池セルの裏面に付与された補強材と同等の熱膨張係数を有する透明の補強材がそのセルの表面に付与され得る。

【0018】補強材に含まれる板は、はんだまたは溶接にによって太陽電池セルに接合され得る。アルミ板またはメッシュ状アルミ板の補強材は、印刷アルミペーストを用いて焼成工程によって太陽電池セルの裏面側に接合され得る。

【0019】太陽電池セルの裏面周辺の少なくとも一部に付与される補強材は、焼成銀で形成されていることが特に好ましい。また、太陽電池セルの表面における集電電極および裏面におけるの接続用電極も焼成銀で形成されていることが好ましい。

【0020】一般には太陽電池セルの裏面においてその

周縁部を残して焼成A1集電電極が形成されており、焼成銀の補強材はその焼成A1集電電極の周縁部上に形成されていることが好ましい。焼成銀補強材は、シリコンからなるセル基板の裏面の周縁部上にも伸びて形成されていることがさらに好ましい。

【0021】焼成銀補強材は必ずしも太陽電池セルの全周に沿って設けられる必要はなく、インターコネクタで接続される方向と交差する2辺のみの近傍に沿って形成されていてもよい。

【0022】焼成銀補強材の幅は、4mm以内であることが好ましい。また、焼成銀補強材は太陽電池セルの周辺端縁から0.5mm以上離れて形成されていることが好ましい。

【0023】インターコネクタは、セルの裏面の接続用電極と焼成銀補強材との両方に接続されることが好ましい。焼成銀補強材は、インターコネクタが接続される領域においてその幅が拡大されていることが好ましい。

【0024】焼成銀補強材は太陽電池セルの裏面の全周に沿って連続しないように、少なくとも一つの中断部が設けられていることが好ましい。その場合、太陽電池セルの一侧辺の両端部において焼成銀補強材の中断部が設けられていることが好ましい。焼成銀補強材の中断部は、セルの一侧辺に対して斜めに形成されていることが好ましい。焼成銀補強材は、くし歯状のパターンを含んでいることも好ましい。

【0025】太陽電池セルを製造する際には、そのセルの裏面における焼成銀補強材と焼成銀の接続用電極とが同時に形成されることが好ましい。また、太陽電池セルを製造する際に、実質的に矩形のセルの表面の集電電極、その裏面の接続用電極、および焼成銀補強材をはんだ層で被覆するためのはんだディップのときに、その矩形のセルを概略その対角線に沿った方向に引き上げることが好ましい。

【0026】

【発明の実施の形態】シリコンウエハまたは太陽電池セルにおける割れ発生のメカニズムは、以下のものであると考えられる。すなわち、シリコンウエハ、太陽電池セル、および太陽電池モジュールの製造工程においてシリコンウエハエッジ部に小さな亀裂、傷、欠けなどが発生し、製造工程中でのウエハまたはセルの各種処理過程において、それらの欠陥部分に過大な応力がかかって割れに発展する。特に、太陽電池モジュールの製造工程では、太陽電池セルと熱膨張係数が大きく異なる金属製のインターコネクタのはんだ付けにより、セルエッジ部は大きなストレス（特に面外せん断応力）を受ける。このとき、セルに微小な亀裂などがあれば、その局部に応力が集中して亀裂が進展し、ひいてはセル割れに至ることになる。

【0027】このような場合、セルエッジを補強材により強化することにより、これら局部への応力集中を緩和

することができる。したがって、補強材としては、セルエッジの微小な亀裂などを固めてその亀裂に面外せん断応力がかかり難くする性質が要求され、接着強度が大きくて縦弾性係数の大きい強靱な材質が望まれる。また、このような補強材の付与は、コストの観点からも、できるだけ太陽電池セルの製造工程を増やすことなく行えることが望ましい。具体的な補強方法としては、たとえば下記の方法が考えられる。

【0028】1. 太陽電池ウエハの光電変換に寄与しない裏面側に樹脂を用いて補強し、そのウエハの取扱い時に負荷が加わっても補強材に荷重を受け持たせることによって、太陽電池ウエハが割れないようにする。

【0029】2. 生産工程中の取扱い時に負荷が太陽電池ウエハに直接加わらないようにそのウエハの側面部に緩衝材を設けることによって、太陽電池ウエハが割れないようにする。

【0030】3. 太陽電池ウエハの周辺部に存在する傷やひびの隙間に密着強度の高い樹脂を注入することによって、これらの傷やひびが割れに進展しないようにする。

【0031】以下において、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態がより具体的に説明される。なお、本願の各図において、同一の参照符号は同一部分または相当部分を表している。また、図面の明瞭化と簡略化のために、本願の各図において長さや厚さなどの寸法関係は適宜に変更されており、実際の寸法関係を表してはいない。

【0032】図1において、本発明の実施形態の一例による太陽電池セルが概略的に示されている。図1の(a)は太陽電池セルの表面、(b)はセルの側面、そして(c)はセルの裏面を表している。すなわち、太陽電池セル1はシリコン基板1aを含み、その表面には慣用的な電流収集用のくし型銀電極1bが形成されている。また、太陽電池セル1の裏面は、裏面アルミ電極1cによって覆われている。そして、太陽電池セル1の裏面における周辺部が樹脂2によって補強されている。

【0033】通常は太陽電池セルの厚さは350 μ m程度であるが、インゴットからのセル基板1aの取れ数を増やしてコスト低減を図るために、さらに太陽電池セルの薄型化が望まれている。しかし、インゴットからのウエハの取れ数を増やすために太陽電池セルの薄型化が行われる場合、350 μ m程度の厚さのセル基板1aでは製造工程中のセル割れがさほど問題とならなかったが、さらなる薄型化と共に急激に割れの発生率が高まる。そこで、本発明では、特に薄型の太陽電池セルほど効果が大きくなると期待される。

【0034】また、太陽電池セルの主面の大きさは、通常は約10cm角以上である。このセル主面寸法の大型化を図ることによっても、太陽電池セルの低コスト化を図ることができる。しかし、太陽電池セルの厚さが薄く

なればなるほど、またその主面の面積が大きくなればなるほど、太陽電池セルが割れ易くなる。

【0035】図1では、太陽電池セル1の裏面からそのセルを樹脂2で補強しており、太陽電池モジュールの製造工程中にセルにかかる熱応力や機械的外力に対して、セル強度を増強させる効果を生じ得る。また、太陽電池セル1の裏面側では透光性を必要としないことから不透明な樹脂2で補強することも可能であり、作業性やコスト面から補強用樹脂の種類を選定することができる。太陽電池セル1に外力が加わった場合に補強材2の受け持つ荷重はそれが硬い材質であるほど大きくなるので、補強材2には硬い材質(高弾性率)のものが望まれる。また、硬い材質の補強材ほど、それを薄くしても補強の効果が得られ易い。なお、太陽電池セル1の裏面において、図1に示されているより広い範囲またはその裏面全体に補強材2が付与されてもよいことは言うまでもない。

【0036】図2においては、本発明の他の実施形態による太陽電池セル1の裏面が示されており、樹脂補強部分2aがセル裏面の互いに対向する2辺近傍に限られている。太陽電池セルおよび太陽電池モジュールの製造工程においてセルに外力がかかる部分は通常は対向2辺になるので、図1の場合のようにセル裏面の全周縁近傍を補強するまでに至らなくても、外力のかかり易い2辺近傍を補強することによって同様の効果が得られる。また、太陽電池モジュールの製造工程における太陽電池セルの位置決めや取り扱いなどにおいて、そのセルが治具と接する部分に補強材を付与する場合でも効果が期待できる。

【0037】図1と図2の場合において、樹脂補強材2、2aの強度を増して高弾性率を得るために、その樹脂中にガラス繊維または炭素繊維などが混入されてもよい。補強材としては高弾性率の材料を選んだ方がセル割れ防止の高い効果が期待できるが、樹脂だけでは高弾性を得られ難い場合に強化繊維の添加による効果向上が特に期待され得る。また、耐熱性の向上に関しても、添加する強化繊維材料の種類によって期待することができる。

【0038】すなわち、ガラス繊維や炭素繊維はシリコンに比べても弾性率が高いので、太陽電池セルに外力が加わった場合にそれらの強化繊維が受け持つ応力が大きくなってセルに負荷がかかり難くなる効果を期待でき、セル補強の効果の向上がはかれる。また、耐熱性の高い繊維材料を補強材に混入させれば、太陽電池セルおよびモジュールの製造工程における高温環境においても、セル補強の効果を維持または向上させることができる。

【0039】図3の実施形態においては、透明の補強材3が太陽電池セル1の表側の周縁近傍に付与されている。透明の樹脂やガラスなどの補強材の場合、太陽電池セル1の裏面側に限定されず、表面側における補強が可

能となる。ただし、図3に示されているようなセル表面側の補強に加えて、図1や図2に示されているような裏面側の補強が併用されてもよいことは言うまでもない。

【0040】図4はさらに他の実施形態を示し、(a)は太陽電池セルの表面、(b)はセルの側面、そして(c)はセルの裏面を表している。この実施形態では、太陽電池セル1の側面部に緩衝材4が設けられている。太陽電池セル1の側面部に緩衝材4を設けた場合、太陽電池モジュールの製造工程におけるセルの位置決めや搬送時に、外力がセルの一点に集中してシリコン基板1aに損傷を与えることを防ぐことが可能となる。すなわち、緩衝材4として柔軟な材料を用いることによって、外力が太陽電池セル1の一点にかかっても緩衝材4がその外力を分散させるように作用し、太陽電池セル1が割れにくくなる効果が得られる。

【0041】図5はさらに他の実施形態を示し、(a)は太陽電池セルの裏面、(b)は(a)中の円領域5Bの拡大図を表している。この実施形態においては、太陽電池セル1の周縁における傷またはひびの部分5に液状の補強材5aが浸透させられてその後硬化させられており、その傷またはひび5が接合されて補強されている。傷やひび5内に補強材5aを浸透させて接合した場合、その補強の効果は接着強度によるものであって補強材5a自体の強度に影響されないため、補強材5aの厚さ自体には大きな意味がなく、薄くても補強の効果を得られる。

【0042】また、この場合の補強材5aは厚さを必要としないので、シリコンや太陽電池モジュールを構成している他の材料に対する補強材5a自体の熱膨張係数のミスマッチによる熱応力の発生を殆ど無視することができる。さらに、傷やひび5が小さくて目視で判別できない場合でも、液状補強材がその濡れ性と表面張力によって小さい隙間に入り易い特性を生かし、太陽電池セル全体を補強するのではなくてその弱い部分を重点的に補強することができる。したがって、この用途の補強においては、硬化前の粘度が小さくて流動的で小さい隙間に浸透し易い材質で、かつ密着強度の高い補強材料5aによって高い効果を得る事ができる。

【0043】図6はさらに他の実施形態を示し、(a)は太陽電池セルの表面、(b)はセルの側面、そして(c)はセルの裏面を表している。この実施形態においては、太陽電池セル1の表裏両方の周縁部近傍に補強材2bが付与されており、高温や低温の温度環境においてもセルの反りが大きくなることがない。すなわち、図6の実施形態では、太陽電池セルの裏面と表面のいずれか一方のみに補強材を付与した場合に比べれば、太陽電池セルと補強材との熱膨張係数の差によるセルの反りを小さくすることができる。

【0044】図7の実施形態においては、図2の場合に類似して、太陽電池セル1の裏面における対向2辺の近

傍に補強材2cが付与されている。しかし、この実施形態においては、太陽電池セル1と補強材2cとの熱膨張特性の違いによる熱ストレスが小さくなるように、セル裏面上の補強材領域2cがバターニングされている。すなわち、セル1と補強材2cとの熱膨張特性の違いによる熱ストレスは補強材領域の長さが長いほど大きくなるので、その熱ストレスを低減しつつ補強効果を損なわないように補強材領域2cをバターニングすることができる。

【0045】図8はさらに他の実施形態を示しており、(a)は太陽電池セルの表面、(b)は側面、そして(c)は裏面を表している。この実施形態では、太陽電池セル1の裏面における対向2辺の近傍に、アルミ板またはセラミックス板など6が樹脂など2dによって接合されて補強されている。なお、このような補強板6は太陽電池セル1の対向2辺から少しはみ出して接合されてもよく、その場合には、太陽電池のセルやモジュールの製造工程中で治具とセル1が直接当たらないようにして割れの発生を防ぐ効果を得ることができる。

【0046】すなわち、図8の実施形態では、樹脂2dによる補強に加えてアルミ板またはセラミックス板など6による補強を追加することによって、太陽電池セル補強の効果を向上させる事ができる。また、セル基板1aの対向2辺から補強板6のエッジ部を少しはみださせて接合することによって、太陽電池モジュールの製造工程におけるセル1の位置決めなどの際の治具がセル基板1aに直接ではなくて補強板6に当たることになって、太陽電池セル1の割れを低減させることができる。さらに、導電性の樹脂2dと金属補強板6を用いた場合には、太陽電池セル1の裏面電極の電気抵抗を小さくする効果も得られ、太陽電池モジュールの電気出力の向上を図ることができる。

【0047】図9はさらに他の実施形態を示しており、(a)は太陽電池セルの側面を表し、(b)は裏面を表している。この実施形態では、太陽電池セル1の裏面における対向2辺近傍が導電性樹脂2eとそれと接合された金属板7とによって補強されており、この金属板7ははんだ付可能な補強板である。そして、このように補強された太陽電池セル1の複数含む太陽電池モジュールにおいて隣接するセル間は、インターコネクタ8によって電氣的に接続されている。すなわち、一つの太陽電池セル1の金属補強板7にはんだ付けされたインターコネクタ8は、隣接する太陽電池セル1の表側のくし型電極に接続されている。

【0048】従来では、銅帯からなるインターコネクタ8の接続部において、その銅帯8とはんだ9とシリコン基板1aとのそれぞれの間の熱膨張係数差による熱応力、および太陽電池モジュールの構成材料と太陽電池セルとの熱膨張係数差によって、その接続部にかかる熱応力が太陽電池セルの割れを生じることがあった。しか

し、本実施形態ではそのインターコネクタ接続部に導電性の補強材2e、7が用いられているので、そのようなセル割れを防ぐことができる。

【0049】図10の実施形態においては、太陽電池セル1の裏面の周縁近傍が銀電極10によって補強されている。インターコネクタは、その銀電極領域10中の接続領域10aにはんだ付けされて接続される。銀電極領域10は電気抵抗が小さくかつその表面をはんだメッキし得るので、裏面電極の抵抗を低減する効果を生じ、太陽電池モジュールの電気特性の向上も同時に期待することができる。

【0050】図11の実施形態においては、図10の実施形態に加えて、太陽電池セルの裏面の周縁部が金属補強板11によってさらに補強されている。すなわち、この金属補強板11は、はんだによって銀電極領域10に接続されている。このような補強板は、太陽電池セル1の裏面全体に設けられてもよいことは言うまでもない。図11の実施形態では金属補強板11にインターコネクタがはんだ付けされるので、はんだ付けの熱ストレスやモジュール構成部からインターコネクタを介する荷重が太陽電池セル基板へかからないので、セルの損傷を小さくすることができてその信頼性を向上させることができる。

【0051】図12の実施形態では、図6の場合において、補強材2bとしてガラス材料が用いられている。この図12では、p型シリコン基板1aにおいてn⁺領域1nがp⁺領域1pが形成され、p⁺領域1p上には焼成アルミ裏面電極1cが形成されている。すなわち、シリコン基板1aにpn接合や裏面電極1cを形成する前の工程でガラス補強材2bを付与することによって、ウェハ周端縁部におけるpn接合の分離が容易になり、太陽電池セル1の電気出力の向上を図ることができる。また、太陽電池セル1の製造工程の初期にこのような補強材2bを導入することによって、そのセル製造工程途中におけるセル割れの発生を低減することが可能となる。

【0052】また、太陽電池セル1における裏面電極1cの焼成時の熱処理とガラス補強材2bの焼成の熱処理とを同じ工程で実施することによって、セルの製造工程を大幅に増やすことなく、本発明によるセル補強効果が得られる。焼成ガラス補強材2bの原料として用い得る粉末ガラスの一例として、日本電気硝子製のGP-5210やGP-1410などがある。

【0053】図13はさらに他の実施形態を示し、

(a)は太陽電池セルの側面を表し、(b)はセルの裏面を表している。この実施形態では、セル裏面のアルミ焼成電極1cのほぼ全域を覆う補強板として、アルミ板12が導電性接着剤13を用いて接合されている。このアルミ補強板12上に銀ペーストを印刷して焼成することによって銀電極10bを形成し、この銀電極10bにはんだコーティング9aが付与される。そして、インタ

ーコネクタがはんだ接続される銀電極部10bにおいて、アルミ焼成電極1cとアルミ補強板12を流れる電流を収集することができる。

【0054】図14はさらに他の実施形態を示し、

(a)は太陽電池セルの側面を表し、(b)はセルの裏面を表している。この実施形態においては、アルミ焼成電極1cの周辺部に銀ペーストの印刷と焼成によって銀電極10を形成し、ディップ法により銀電極10にはんだコーティング9aが付与される。補強板13として銅板が銀電極10にはんだ付けされ、その補強板13にインターコネクタ8が導電性樹脂を用いて接続されている。本実施形態では、セル周辺部の銀電極10でセルを補強するとともに、その銀電極10のはんだコーティング9aを用いて補強銅板13をセルにはんだ付けすることによっても補強されている。また、補強銅板13を電極として作用させることもできるので、セルの直列抵抗を低減することができ、その出力向上を図ることもできる。

【0055】図15はさらに他の実施形態を示し、

(a)は太陽電池セルの側面を表し、(b)はセルの裏面を表している。この実施形態では、太陽電池セル基板の裏面にアルミペースト1cを印刷し、その乾燥前にアルミの補強板14をそのアルミペースト1cに貼り合わせ、その後にアルミペースト1cを乾燥して焼成することによってアルミ補強板14とセル基板1aとが接合させられる。さらに導電性樹脂2eを用いてインターコネクタ8がアルミ補強板14に取りつけられている。図15においては、アルミ板14としてメッシュ状のものが用いられている。この場合、アルミペースト1cの乾燥と焼成の際に、ペースト中の溶剤成分の蒸発と樹脂成分の燃焼を充分に行うことによって、セル基板1aとアルミ補強板14との接合性を大きく改善することができる。

【0056】なお、セル基板1aと補強板14とは溶接により接合されてもよい。すなわち、セル基板1aの裏面にアルミペーストの印刷と焼成により裏面電極1cを形成する代わりに、アルミの薄板(200μm厚程度)14をセル基板1aの裏面のシリコン面と接触させ、YAGレーザーの照射によってそのシリコン面とアルミ補強板14とを直接接合してもよい。

【0057】また、補強材が非導電体である太陽電池セルは、太陽電池モジュール中で隣接する太陽電池セルとの電氣的接触を考えた場合に好ましい。特に太陽電池セル間を電氣的に接触させないために通常は0.5~2mm程度の隙間が得られるように設計されるが、セルの位置制御が困難である場合に、非導電体の補強材や緩衝材を太陽電池セルの側面部に付与すれば、セル同士を互いに突き当てて位置決めする事が可能となり、太陽電池モジュールの製造も容易となる。

【0058】図16はさらに他の実施形態を示し、

(a)は太陽電池セルの裏面を表し、(b)は(a)中の線16X-16Xに沿った断面を表している。これ以後の実施形態では、基板として、125mm角で厚さ300 μ mのシリコンウエハが用いられた。図16の太陽電池セル1の裏面周辺には焼成銀のパターン2fが形成されており、これが補強材の役割を果たしている。また、焼成銀の補強材2fははんだディップによって表面が被覆されるので、そのはんだ層1eによって補強材2fがさらに強化されることになる。

【0059】補強材2fはセル裏面の接続用電極1dと同様に焼成銀で形成されるので、スクリーン法で銀ペーストを同時に印刷して焼成することが可能であり、工程を増やすことなくセル補強の効果を得ることができる。具体的には、補強材パターン2fおよび裏面接続用電極1dは、銀ペーストとSUS165メッシュのスクリーンを用いて約30 μ m程度の厚さに印刷された。この銀ペースト印刷を約150℃で乾燥した後約600℃で焼成することによって、焼成銀パターンが形成された。その後、はんだディップを行うことによって、焼成銀表面がはんだ層で被覆された。

【0060】図16(b)に示されているように、補強材パターン2fは、焼成アルミで形成された裏面集電電極1cの周縁部に重なるように印刷された。このようにすれば、補強材パターン2fが焼成銀であるので、補強の効果に加えてシリコン基板1aの裏面に平行な方向の電気抵抗を低減する効果をも生じ、複数のセルを直列に接続する場合に、従来に比べて太陽電池の出力特性(特にFF:フィルクタ)を向上させることができる。

【0061】図17の実施形態は図16のものに類似しているが、図17においては補強材パターン2fが裏面集電電極1cの周縁部上のみならずシリコン基板1aの周縁部上にも重ねて形成されていることにおいて異なっている。補強材パターンの焼成銀2fとシリコンウエハ1aの接合部3aは接合強度が高いので、さらに強い補強効果が得られる。

【0062】図17において、補強材パターン2fとA1集電電極1cの重なり幅3bが広すぎれば、はんだディップ後に焼成銀2fと焼成アルミ1cとの界面で剥離が生じる。幅3bを8mmにした場合、太陽電池セル10枚中で7枚において焼成銀と焼成アルミの界面での剥離が確認され、幅3bが5mmの場合にセル10枚中で2枚に剥離が確認され、幅3bが4mmの場合に全セルにおいて剥離なしとなることが確認された。すなわち、安定した補強効果を得るためには、幅3bを4mm以下にするのが望ましく、本実施形態では1.5mmにされ *

*た。この場合、100枚試作した太陽電池セルの中で、剥離を生じたセルは0であった。

【0063】また、図17において、シリコンウエハ1aの周縁と補強材パターン2fの周縁との距離3cが狭すぎれば、太陽電池セル1の周縁部における漏れ電流が増加しやすくなる。従来の太陽電池セルの漏れ電流1dは約0.1Aであるが、距離3cを0.2mmにした場合に1dは約0.3Aに増加した。また、距離2cを0.5mmにした場合に1dは従来と同様の約0.1Aになった。すなわち、セル特性を低下させずに補強の効果を得るためには、距離3cを0.5mm以上にすることが望ましく、本実施形態では1.0mmにされた。

【0064】図18においてはさらに他の実施形態による太陽電池セル1の裏面が示されており、焼成銀補強部分2fがセル裏面の互いに対向する2辺近傍に限られている。太陽電池モジュールの製造工程では、太陽電池セルと熱膨張係数が大きく異なる金属製のインターコネクタのはんだ付けに起因してセルエッジ部は大きなストレスを受けるので、セル割れは主にインターコネクタの接続方向に沿って発生しやすい。したがって、図18に示されているように、セル割れが発生しやすい2辺のみに補強材2fを付与しても、十分な補強効果が得られる。この場合は、高価な銀ペーストの使用量が低減し、低コストで補強を付与することができる。

【0065】図19(a)の実施形態は図16(a)のものに類似しているが、図19(a)においては太陽電池セルにインターコネクタが付与されている。この場合、インターコネクタ8は、裏面接続用電極1dに接続されるのみならず、補強材パターン2fの接続箇所4にも電氣的に接続される。焼成銀の補強材パターン2fは集電電極としても作用し得るので、インターコネクタ8をその焼成銀パターン2fにも接続することによって、セルの出力特性(FF)向上が可能となる。

【0066】本実施形態では、補強材パターン2fとインターコネクタ8をはんだ付けすることによって電氣的に接続し、54枚のセルが直列接続されたモジュールを作製した。本実施形態と従来の太陽電池セルを用いてモジュールを作製した場合におけるセルの割れ率とモジュールの出力特性の比較が、次の表1に示されている。なお、表1において、1scはモジュールの短絡電流を表し、Vocは開放端電圧を表し、そしてPmは最大出力を表している。

【0067】

【表1】

	Isc[A]	Voc[V]	Pm[W]	FF	割れ率
従来モジュール	5.36	32.7	125.3	0.715	6.2%
本実施形態	5.32	32.6	125.7	0.725	3.4%

【0068】図19(b)の実施形態は図19(a)のものに類似しているが、図19(b)においてはインタ

ーコネクタ8を補強材パターン2fに接続する個所4の幅が拡大されている。インターコネクタ8を補強材パターン2fにはんだ付けする場合には、接続個所4に応力が集中するので、そこが起点となってセル割れが発生する場合もある。したがって、図19(b)に示されているように接続個所4を幅広にして応力を分散させることによって、セル割れを防ぎつつインターコネクタ8を接続してモジュール状態での出力特性(F F)を向上させることができる。

【0069】図20は図16(a)の太陽電池セルに対して行うはんだディップの工程の一例を示している。この太陽電池セルのはんだディップ工程では、一旦はんだ槽15a内の熔融はんだ15b中にセル1を浸漬した後、矢印16で示された垂直方向にそのセルを引き上げる。焼成銀の補強材パターン2fが付与されたセルでは、このはんだディップの際に、引き上げ方向に対して下辺近傍の補強材2上にはんだ溜まり17が発生しやすい。はんだ溜まり17が発生するれば、それを起点としてセル割れが発生しやすくなる。はんだ溜まり17は、引き上げ方向の上辺部から下辺部へ熔融はんだが多量に流れ込むことによって発生する。

【0070】図21は、さらに他の実施形態による太陽電池セルの裏面を表している。図21(a)においては、補強材パターン2fに一つの中断部18aが設けられており、補強材パターン2fの下辺へのはんだの流れ込みをこの中断部18aによって抑制することができる。その結果、はんだ溜まりの発生を少なくすることが可能となる。

【0071】図21(b)においては、補強材パターン2fの下辺の両端部に2つの中断部18bが設けられている。このようにすれば、補強材パターン2fの底辺へのはんだの流れがより少なくなるので、はんだ溜まりがさらに発生しにくくなる。

【0072】図21(c)においては、補強材パターン2fの下辺の両端部に2つの中断部18cが、矩形のセル1の対角方向に沿って斜めに形成されている。これによって、はんだ溜まりをさらに効果的に抑制することができる。図22の(a)、(b)、および(c)においては、補強材パターン2fの中断部の他の変形例が示されている。

【0073】図23は、さらに他の実施形態による太陽電池セルの裏面を表している。図23においては、補強材パターン2fに中断部が設けられる代わりに、そのはんだ溜まりのできやすい辺にくし歯状のパターンを含めることによって、はんだ溜まりの発生が防止される。この場合、焼成銀の補強材パターン2fに中断部を設ける必要がないので、補強効果と抵抗低減効果を減ずることがない。

【0074】図24は図16(a)の太陽電池セルに対して行うはんだディップの工程の他の例を示してい

る。図24においては、矩形のセル1をその対角方向に傾けて引き上げることによって、どのような補強材パターン上においても、熔融はんだをそのセルの角に集めることができる。セルの角では集まったはんだが溜まりにくいので、補強材パターン2f上のはんだ溜まりを抑制することが可能となる。

【0075】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、太陽電池セル基板を補強することによって、外力負荷によるセル割れの発生を低下させることができる。これにより、太陽電池セルの生産工程におけるセル割れの発生率を低下させ、製造装置の稼働率の向上、セル割れ発生による装置の清掃作業の低減、さらには材料歩留まりの向上による太陽電池セルとモジュールのコスト低減が可能になる。また、完成された太陽電池モジュールの性能と信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態の一例による太陽電池セルを示す図である。

【図2】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図3】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図4】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図5】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図6】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図7】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図8】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図9】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図10】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図11】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図12】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図13】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図14】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図15】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図16】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図17】 本発明の他の実施形態による太陽電池セル

を示す図である。

【図18】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図19】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図20】 太陽電池セルをはんだ浴中にディップする工程の一例を示す図である。

【図21】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図22】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

【図23】 本発明の他の実施形態による太陽電池セルを示す図である。

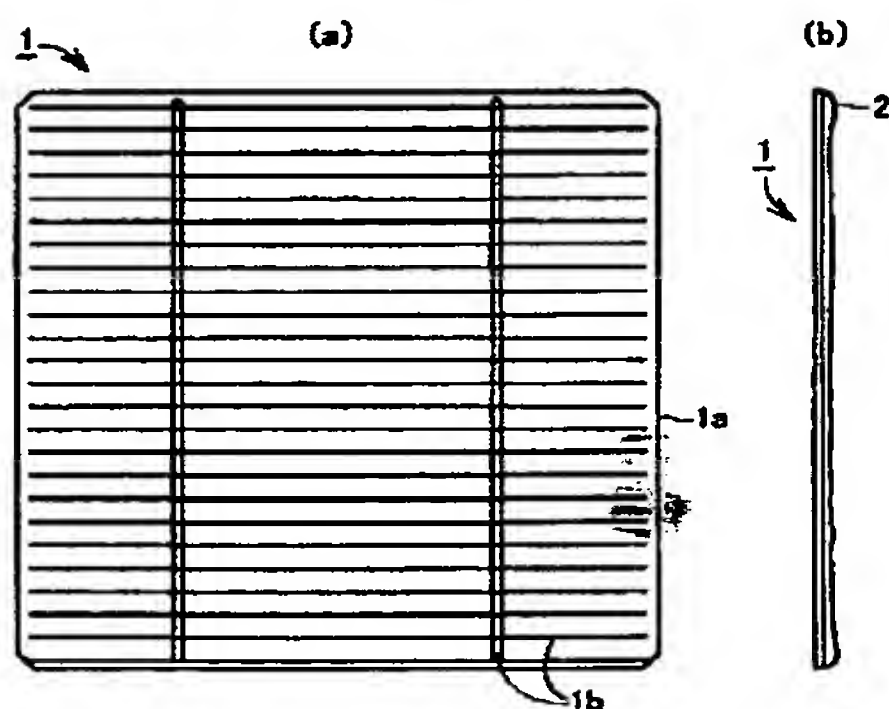
【図24】 太陽電池セルをはんだ浴中にディップする工程の他の例を示す図である。

【図25】 従来の太陽電池セルを示す図である。

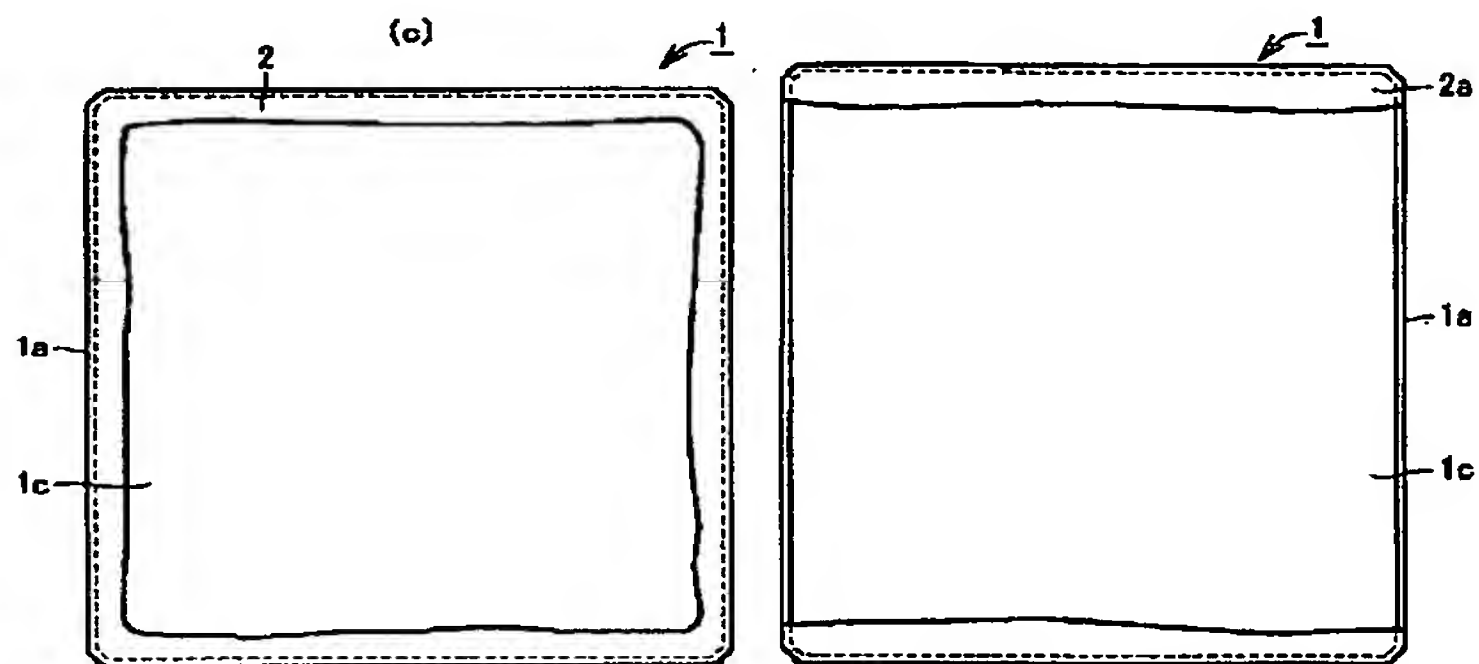
*【符号の説明】

1 太陽電池セル、1a セル基板、1b くし型銀電極、1c 焼成アルミ裏面電極、1d 接続用裏面電極、1e はんだ層、1n n⁺層、1p p⁺層、2、2a 補強材、2b 透明の補強材、2c 緩衝材、2e 導電性樹脂、2f 焼成銀、3a 焼成銀補強材とシリコン基板との接合部、3b 焼成銀補強材と焼成アルミ電極との接合部、1c シリコン基板の周縁と補強材パターンの周縁との距離、4 焼成銀補強材パターン上のインターコネクタ接続箇所、5 ひび、6 アルミ板やセラミックス板などの補強板、8 インターコネクタ、9、9a はんだ、10、10a 銀電極部、11 金属補強板、12 アルミ補強板、13 補強銅板、14 アルミ補強板、15a はんだ槽、15b 溶融はんだ、16 セルの引き上げ方向、17 はんだ溜まり、18 補強材パターンの中断部。

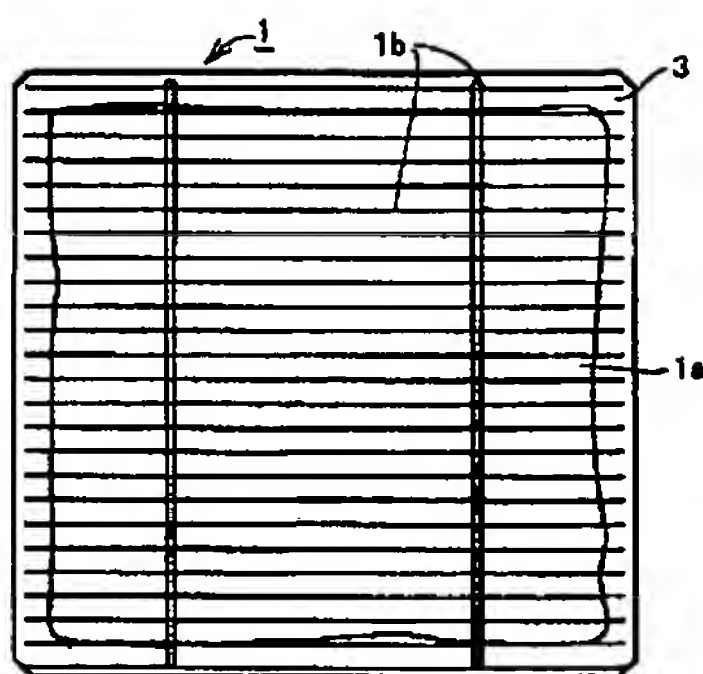
【図1】



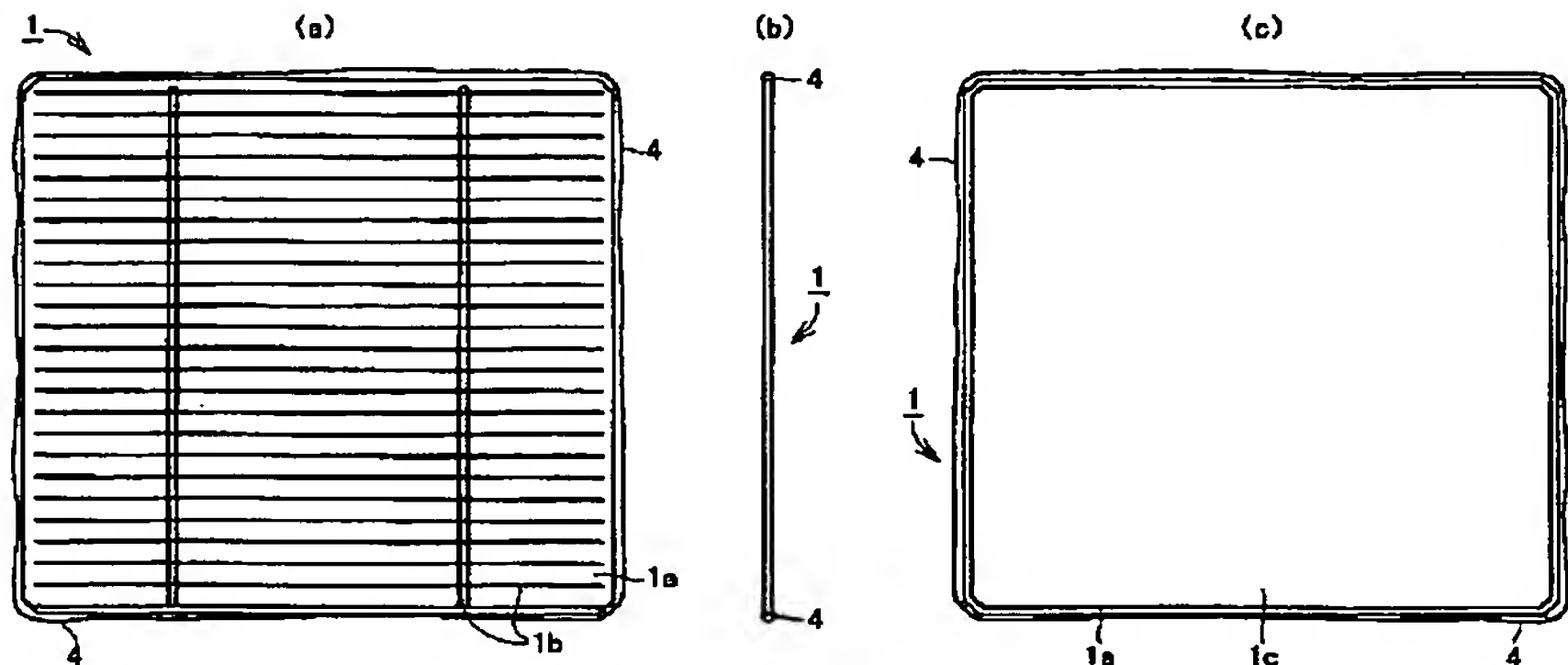
【図2】



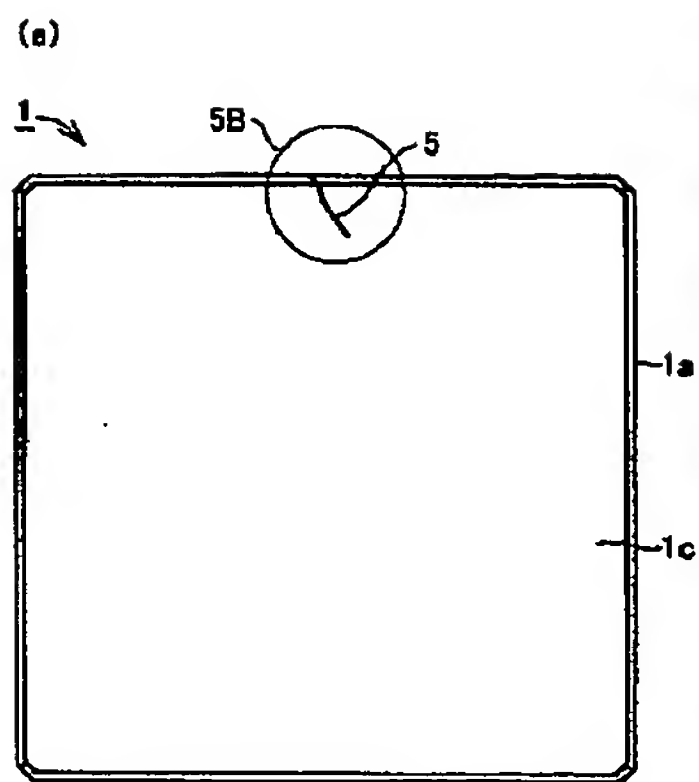
【図3】



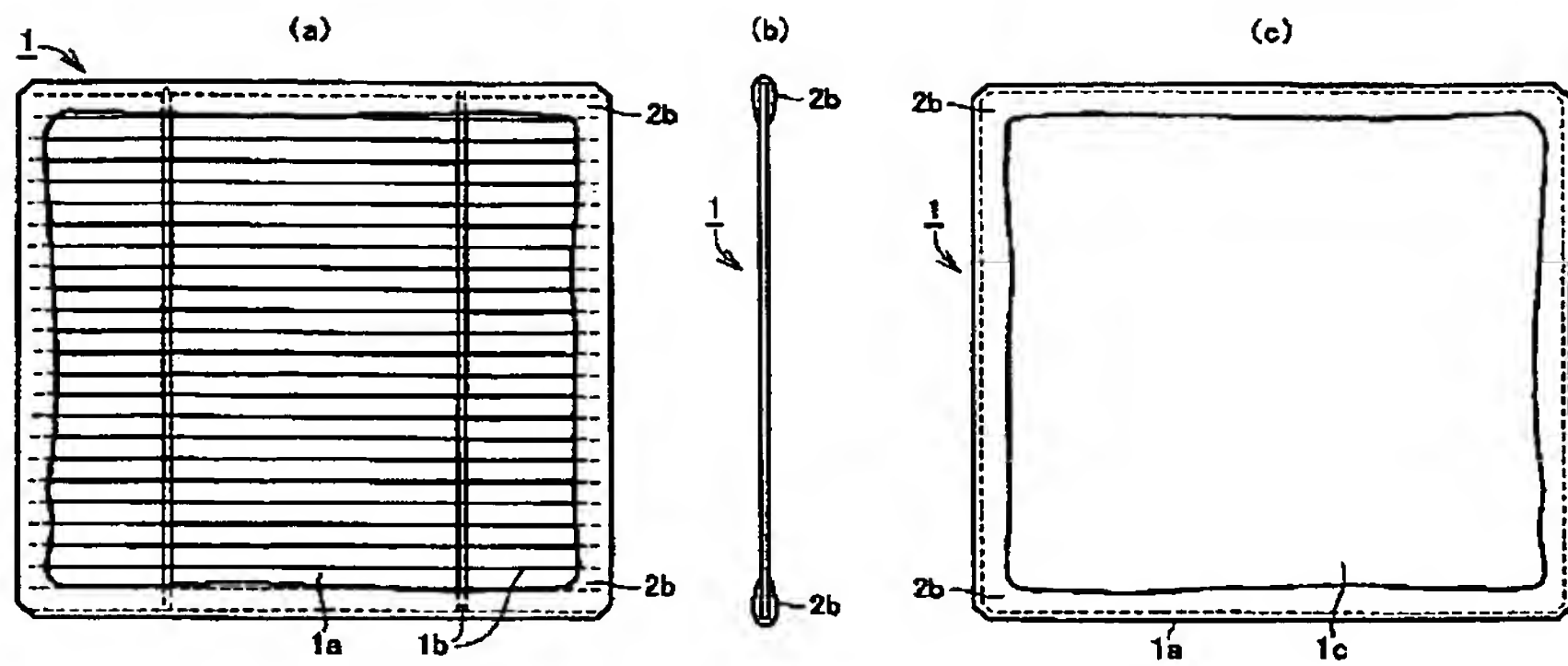
【図4】



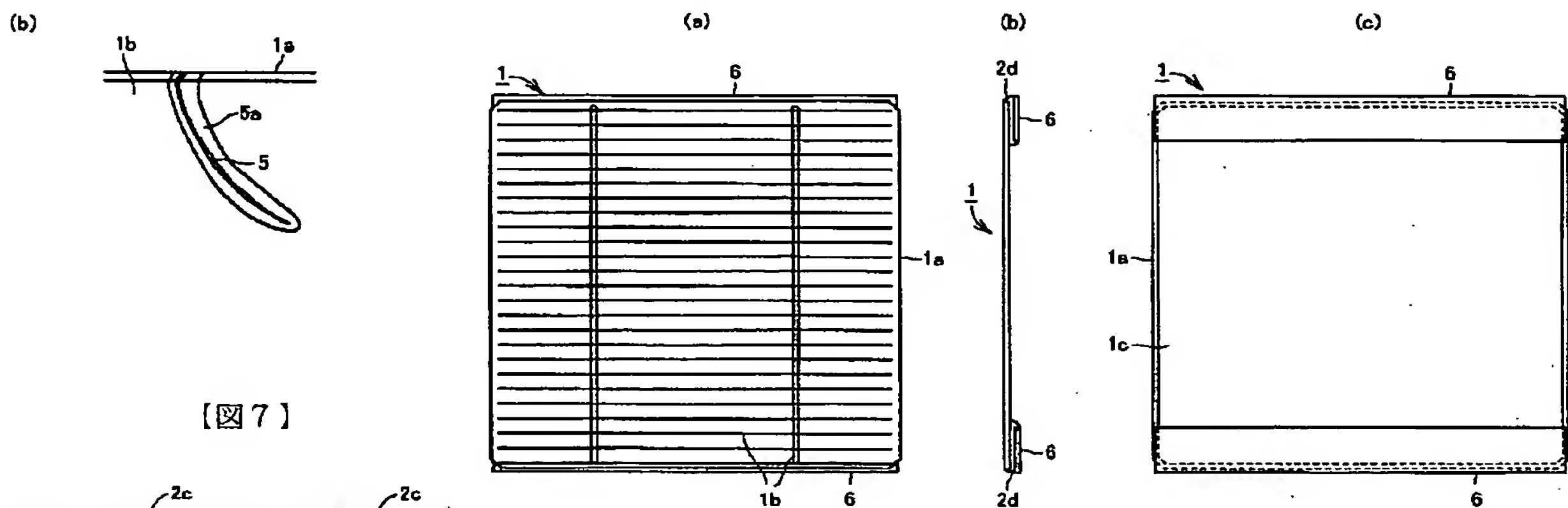
【図5】



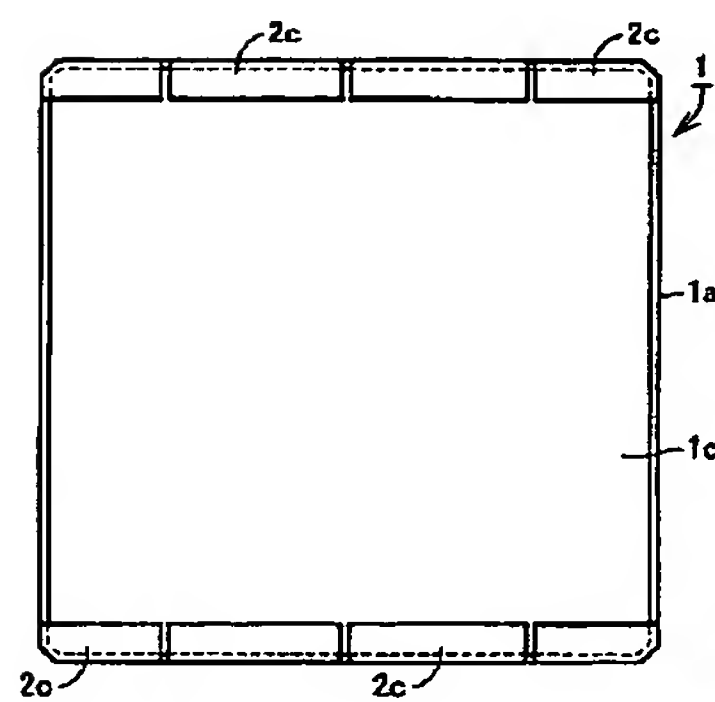
【図6】



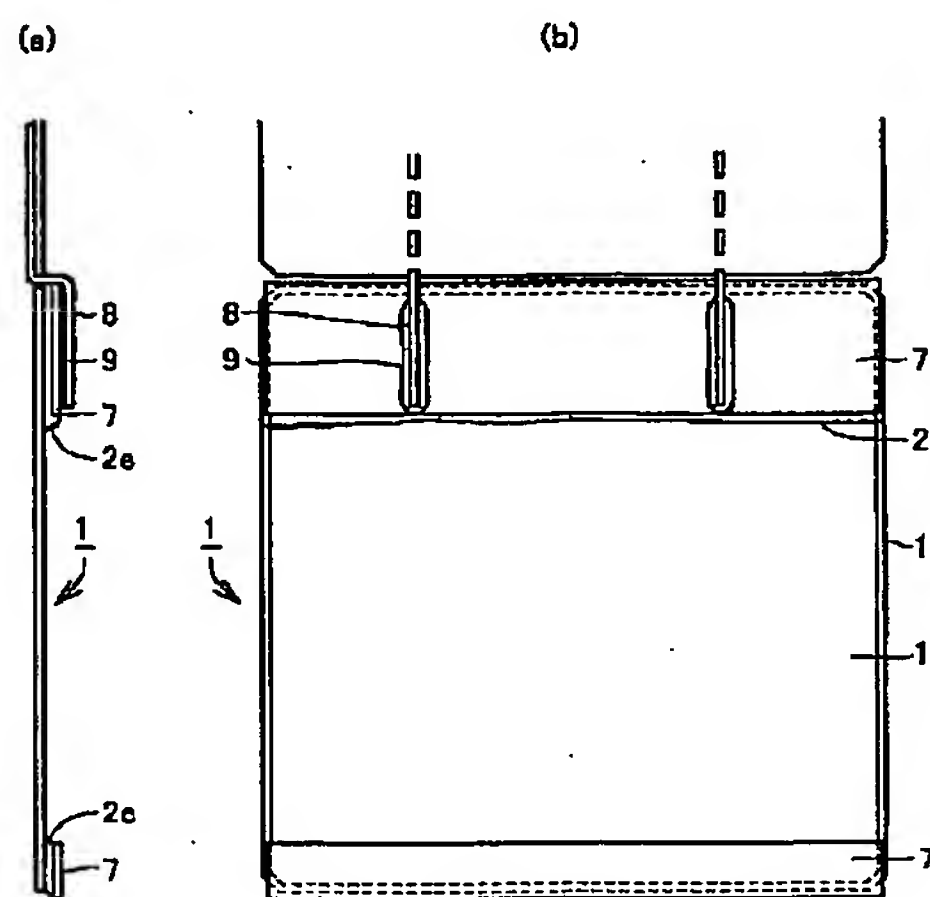
【図8】



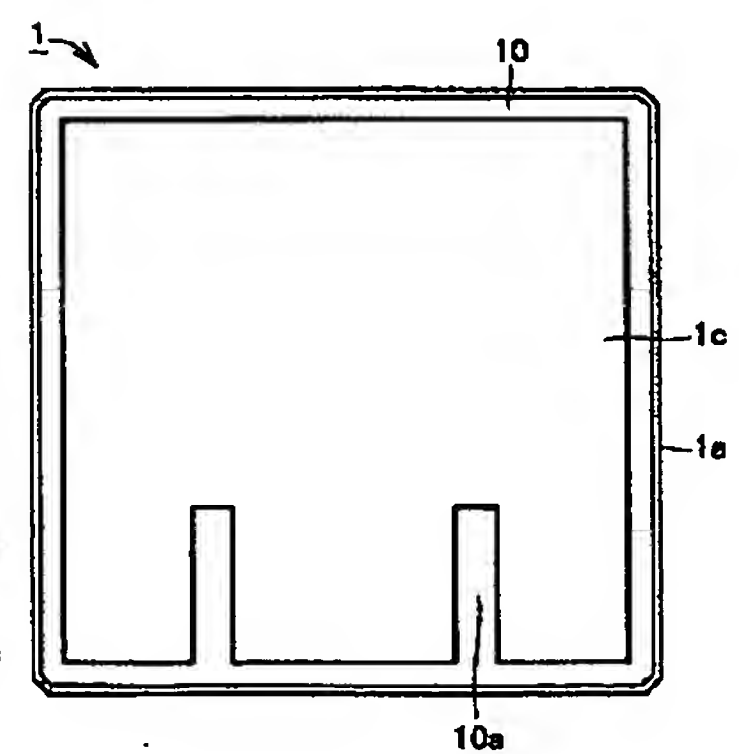
【図7】



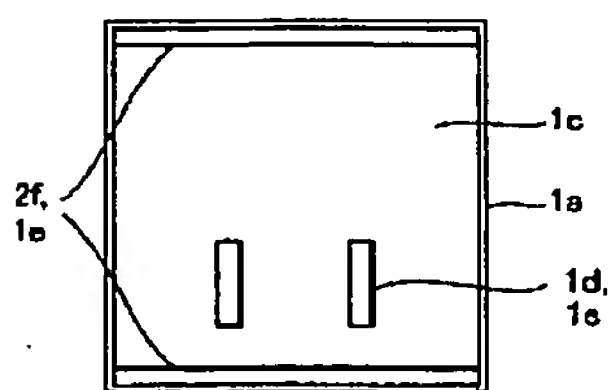
【図9】



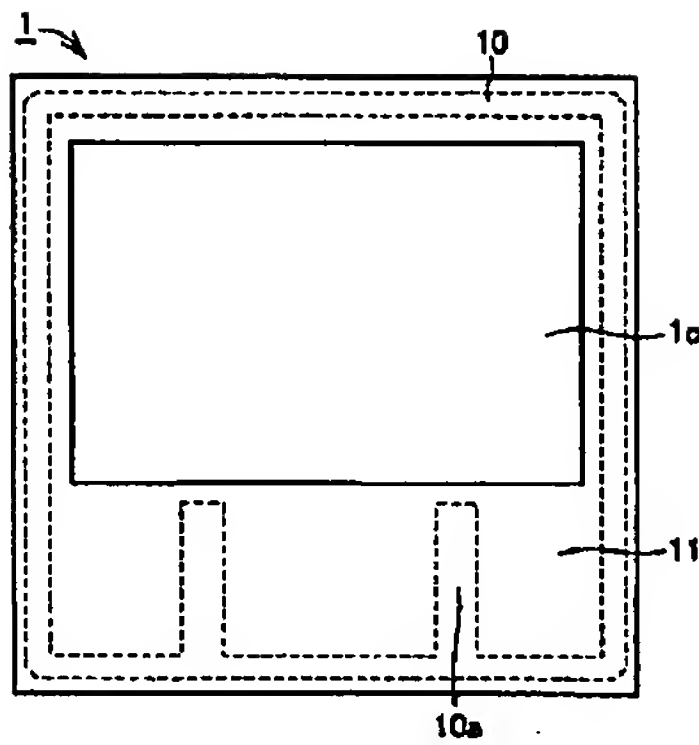
【図10】



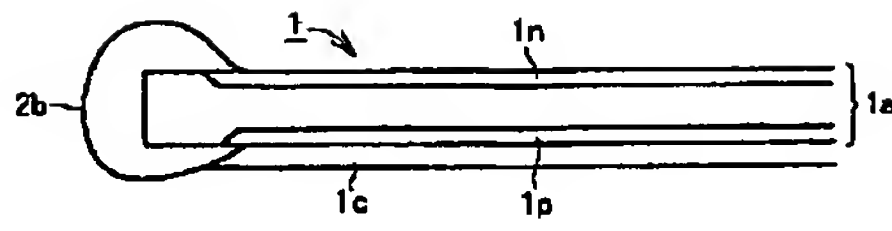
【図18】



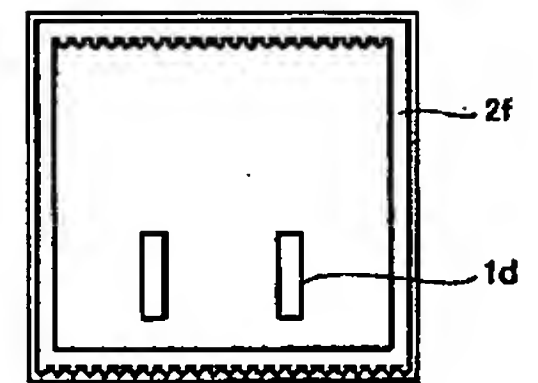
【図11】



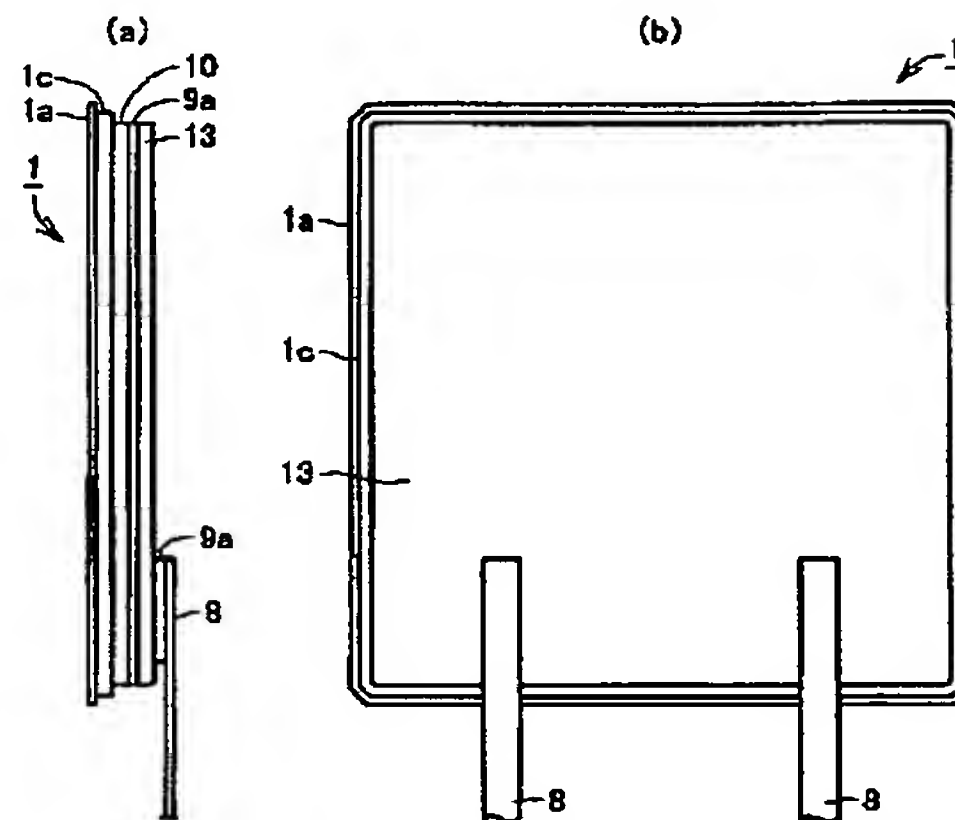
【図12】



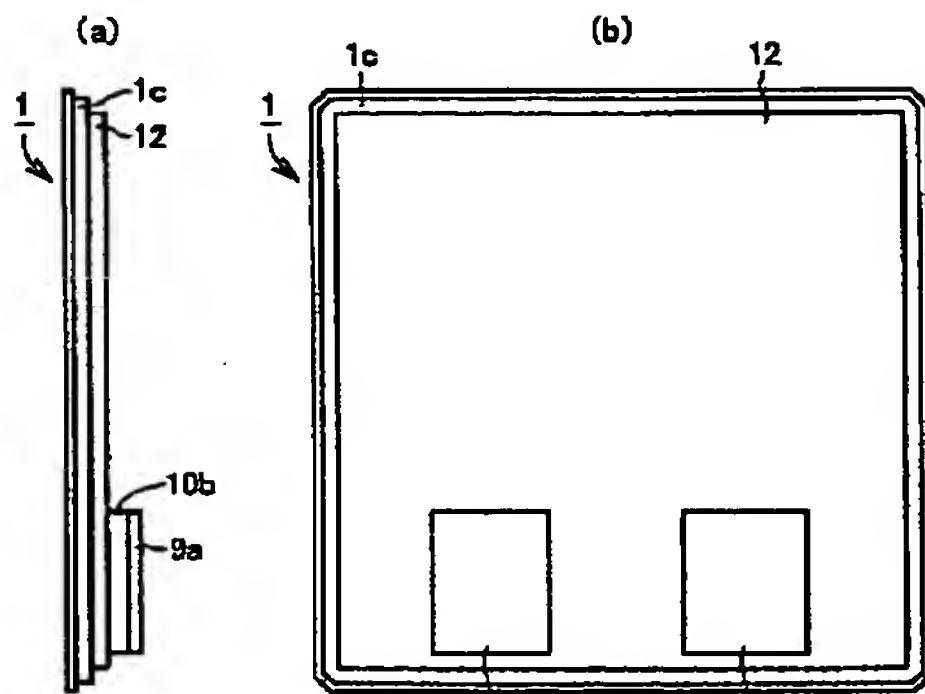
【図23】



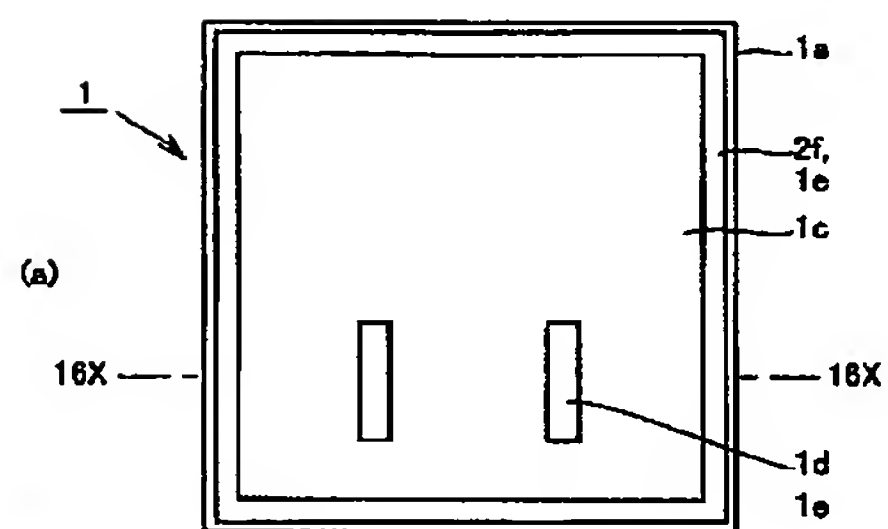
【図14】



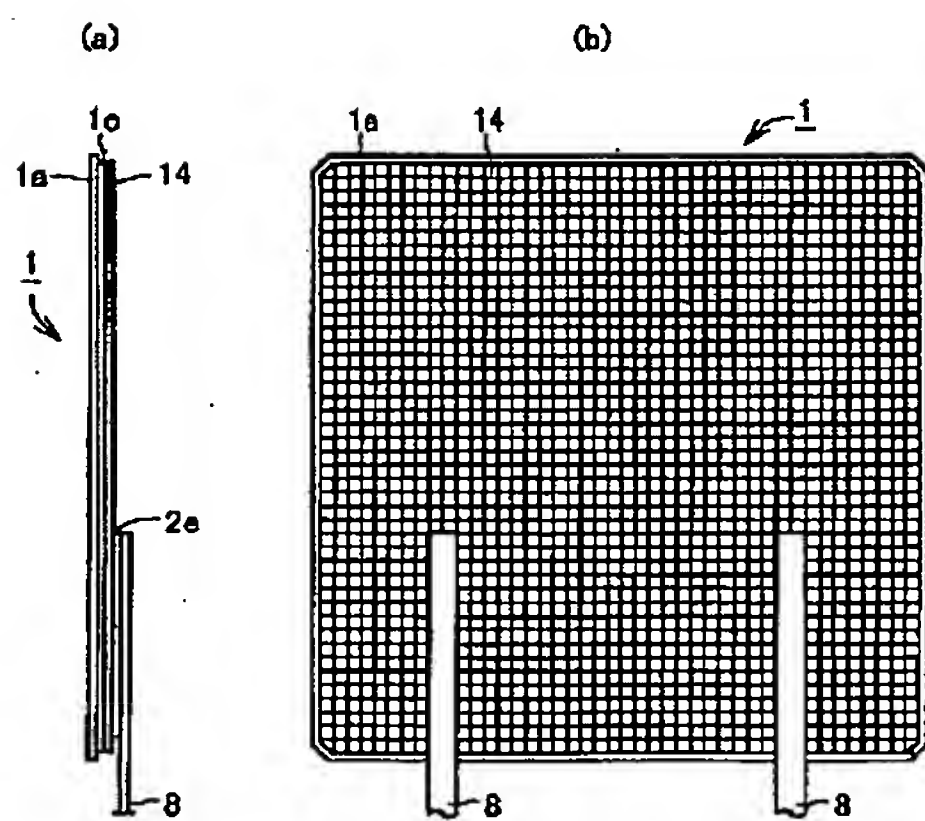
【図13】



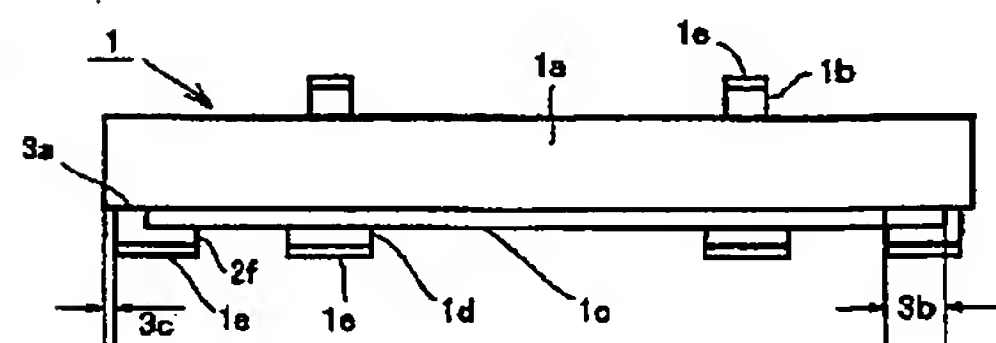
【図16】



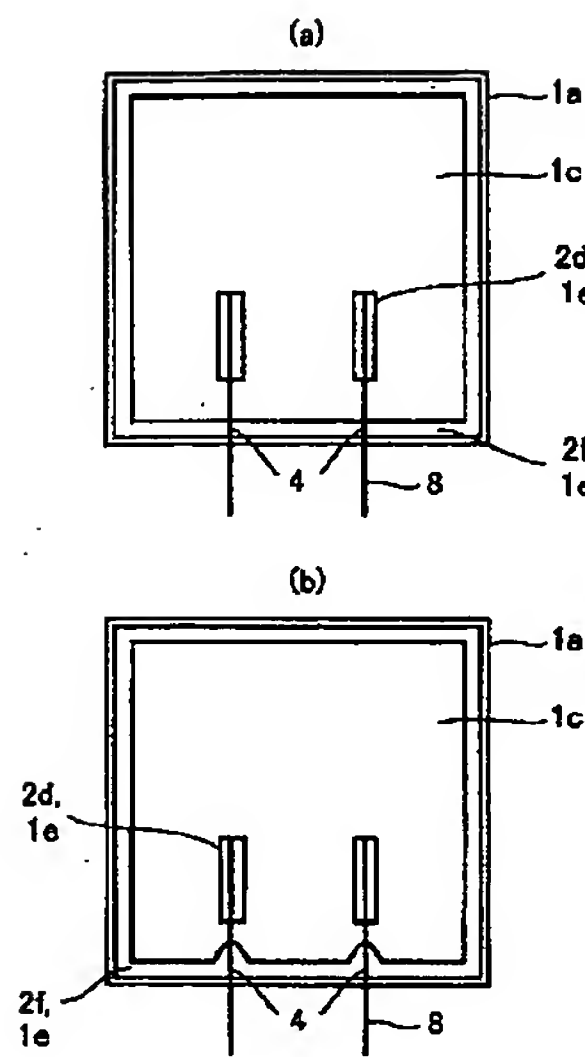
【図15】



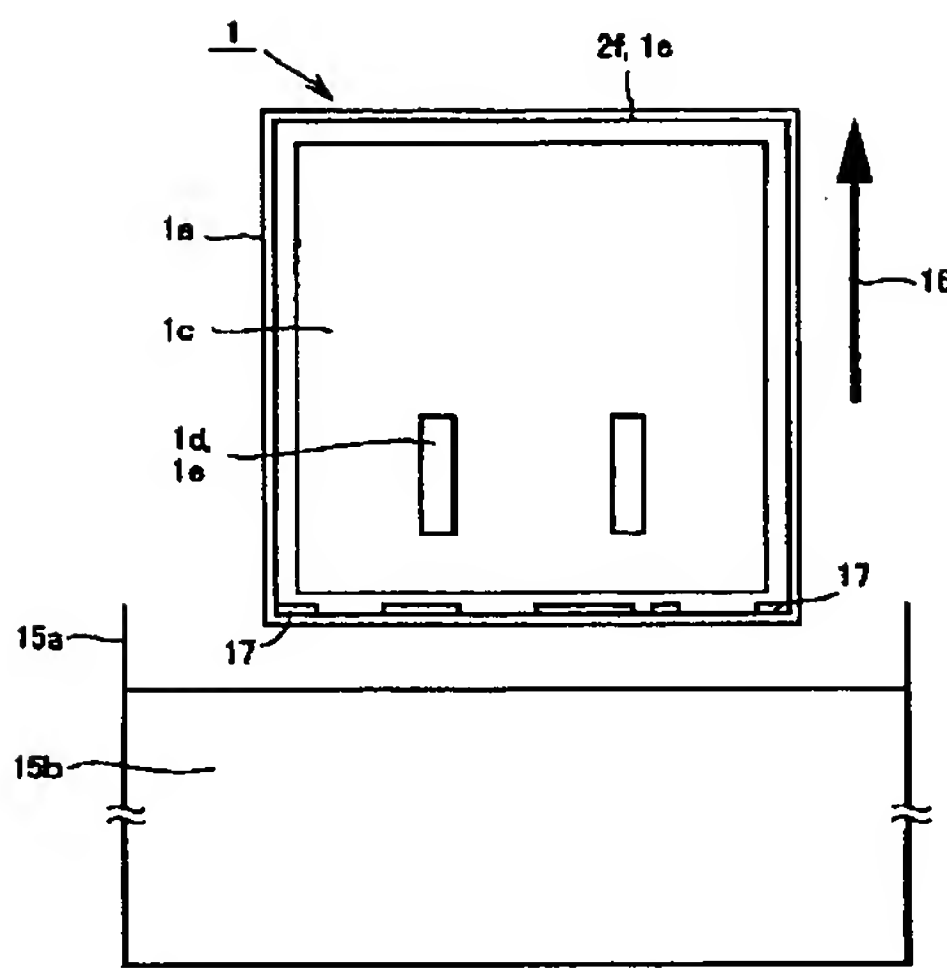
【図17】



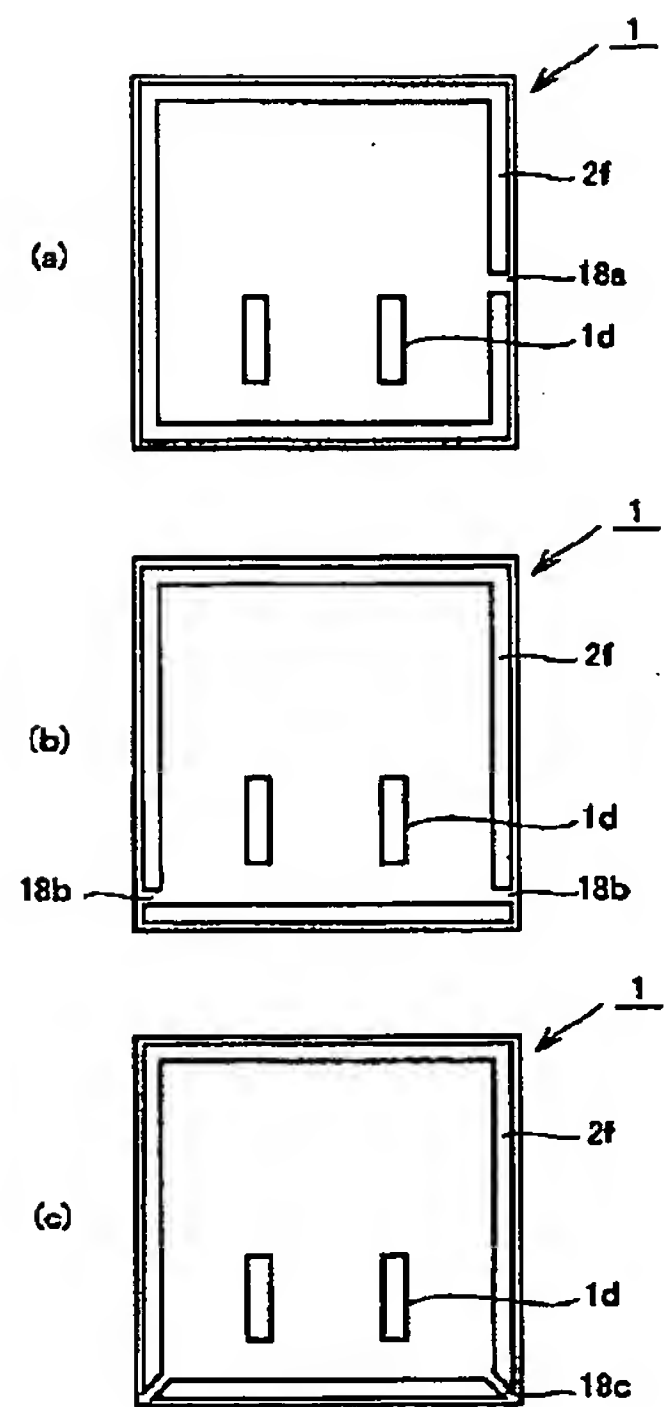
【図19】



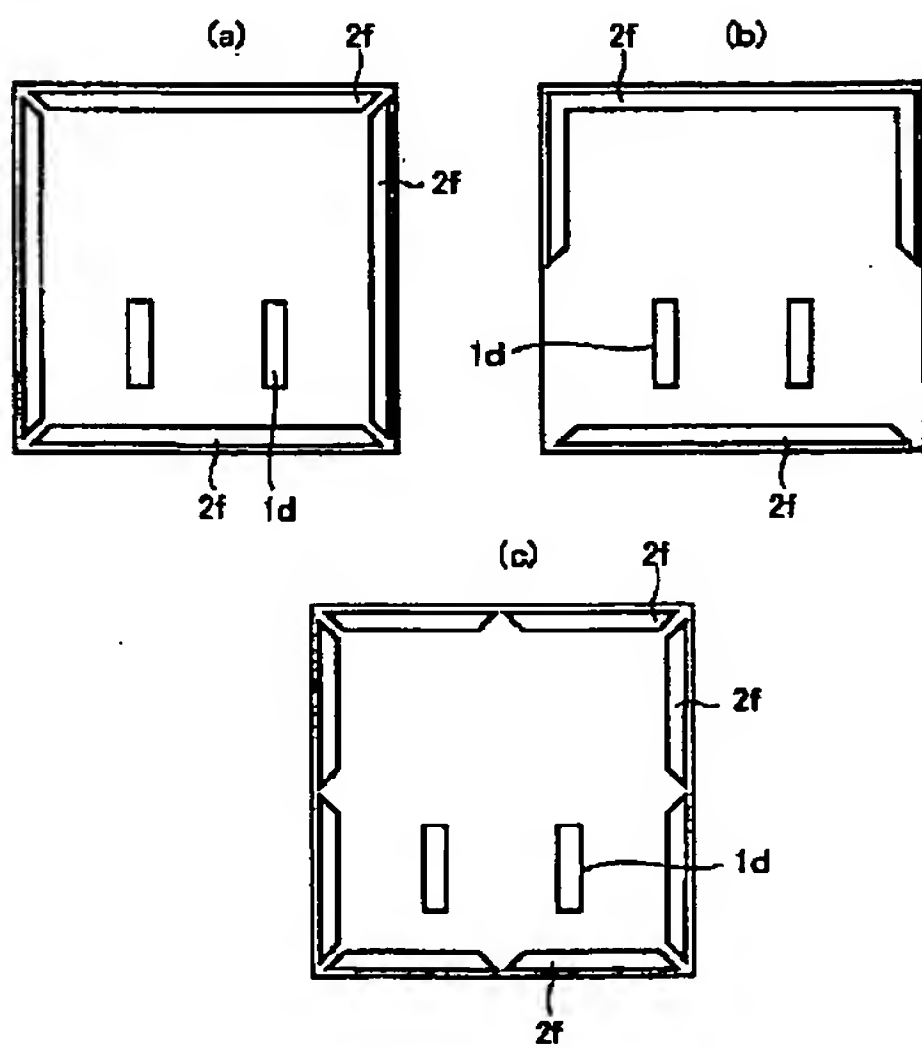
【図20】



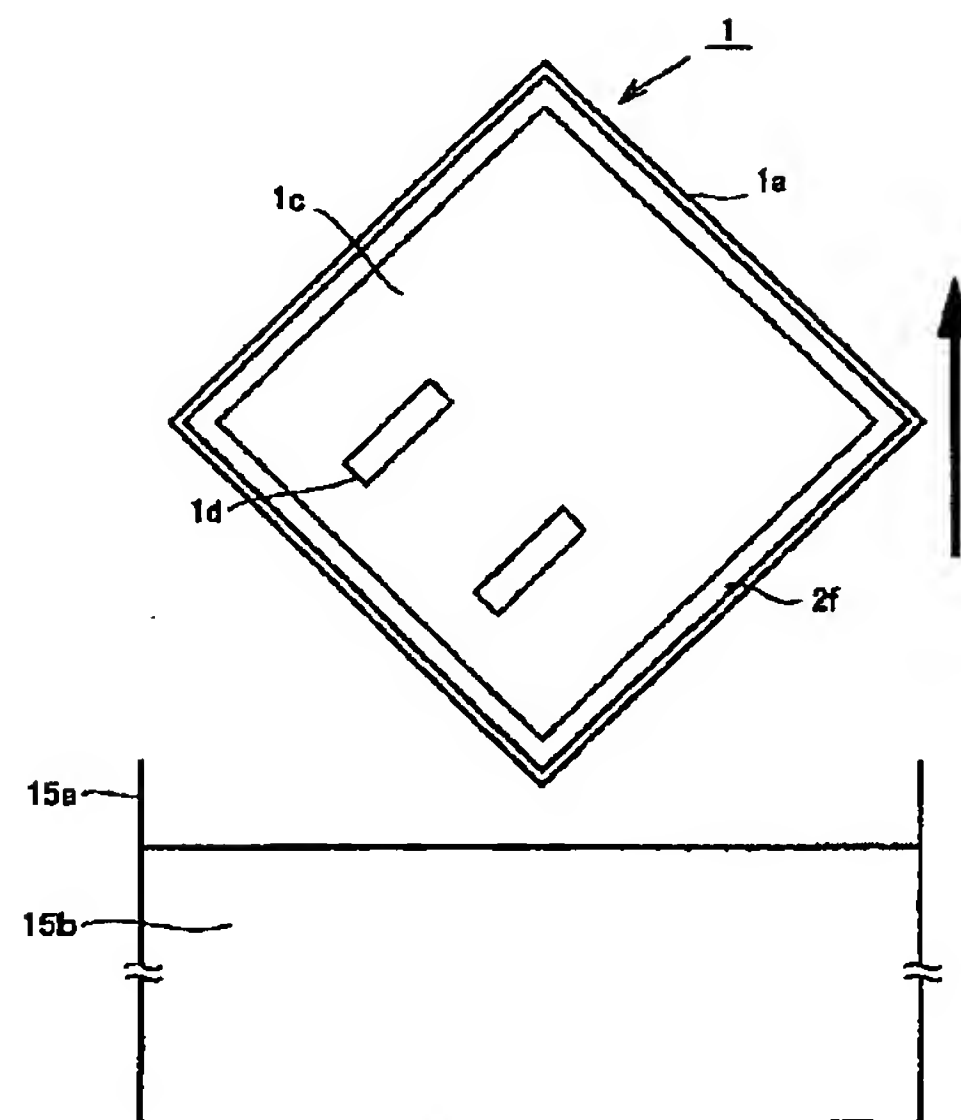
【図21】



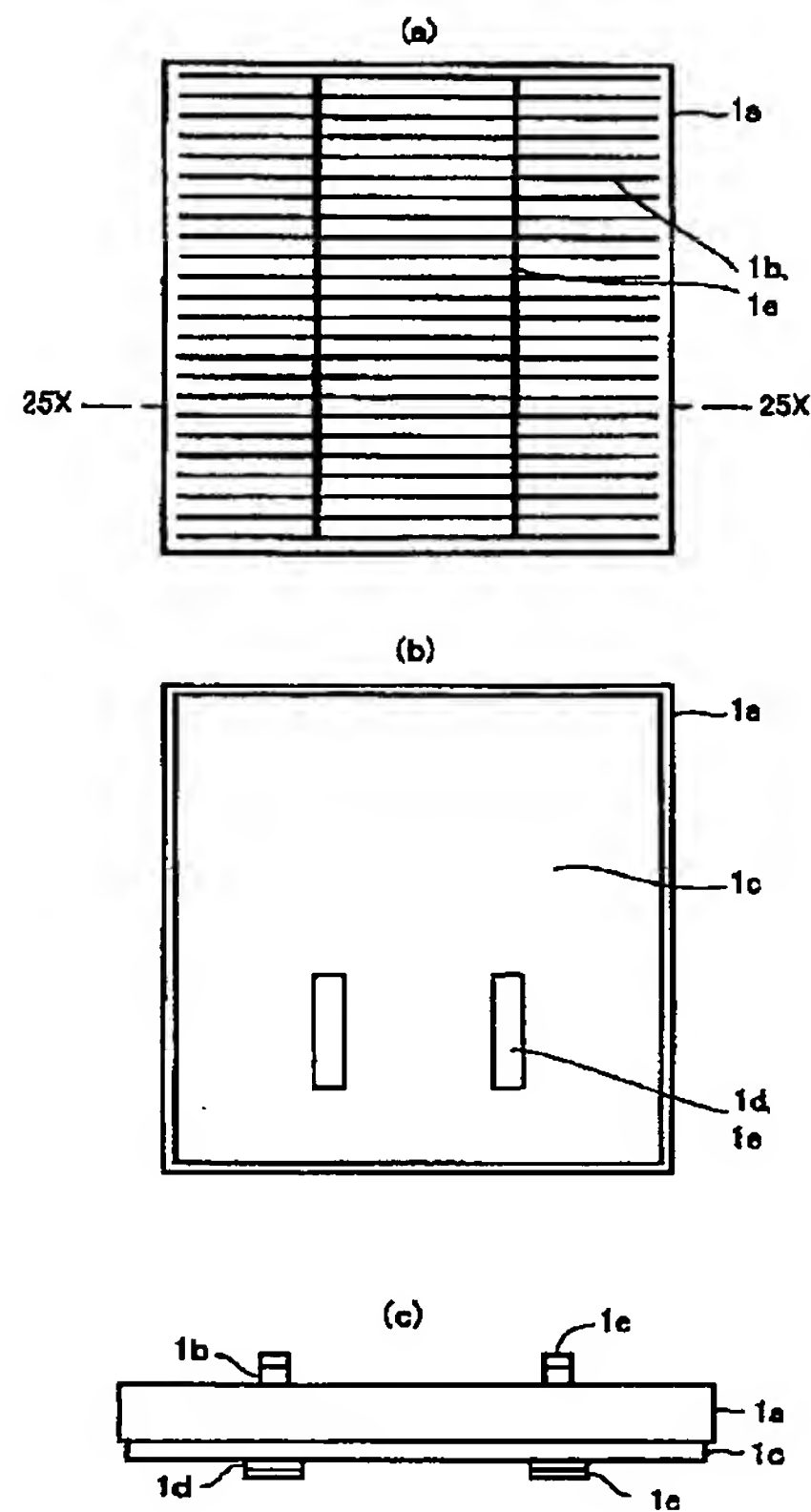
【図22】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(72)発明者 上村 邦夫
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72)発明者 町田 智弘
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72)発明者 田中 聡
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 佐賀 達男
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72)発明者 富田 孝司
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
Fターム(参考) 5F051 AA02 CB27 FA14 FA15 FA16
FA17 GA04 CA20